



PCT/EP2004/053140
PCT/EP04/053940

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

EPO - DG 1

06 01 2005

(44)

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 06 DEC. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

► N° Indigo 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/min

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 540 © W / 030103

REMISE DES PIÈCES DATE 28 NOV 2003 LIEU 75 INPI PARIS 34 SP N° D'ENREGISTREMENT 0314014 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 28 NOV. 2003 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Madame Isabelle DUDOUIT THALES INTELLECTUAL PROPERTY 31-33, Avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL Cedex	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 63251			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		N°	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE ET DISPOSITIF PERMETTANT D'ACCROITRE LA CAPACITE DES SYSTEMES DE TRANSMISSION NON ETALES			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		15 15 21 01 59 10 21 4	
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	45, rue de Villiers	
	Code postal et ville	91210 NEUILLY SUR SEINE	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES	
DATE	28 NOV 2003
LIEU	75 INPI PARIS 34 SP
N° D'ENREGISTREMENT	0314014
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)	
Nom	DUDOUIT
Prénom	Isabelle
Cabinet ou Société	THALES
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	8325
Adresse	Rue
	Code postal et ville
	Pays
N° de téléphone (facultatif)	31-33, Avenue Aristide Briand
N° de télécopie (facultatif)	94 11 17 ARCUEIL Cedex
Adresse électronique (facultatif)	
7 INVENTEUR (S)	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE	
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG [] [] [] [] []	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	
Isabelle DUDOUIT	
28 NOV. 2003	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	
L. MARIELLO	

L'invention concerne notamment un procédé permettant d'accroître la capacité des systèmes de transmission en multipliant le nombre d'émetteurs simultanés dans une même bande de fréquence et
5 permettant de séparer les utilisateurs notamment grâce à l'utilisation d'étapes itératives.

Il est connu de l'art antérieur des procédés permettant la transmission simultanée de différents utilisateurs. Ils reposent généralement
10 sur l'utilisation de codes d'étalement, tels que le CDMA (abréviation anglo-saxonne de Code Division Multiple Access), le MCCDMA (abréviation anglo-saxonne de Multicarrier Code-Division-Multiple-Access) et/ou sur l'utilisation de récepteurs à antennes multiples.

Le procédé selon l'invention repose notamment sur une
15 nouvelle approche qui exploite l'indépendance des flux binaires (signaux provenant des différents émetteurs), le codage de canal et la différence de la majorité des canaux de propagation.

L'invention concerne un procédé pour accroître la capacité de
20 systèmes de transmission de signaux comprenant N_T utilisateurs, un récepteur monobloc recevant le mélange des signaux provenant des N_T utilisateurs. Il est caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- a) déterminer une information qualitative Info (Qs) des symboles estimés
25 pour chacun des N_T utilisateurs,
- b) transmettre cette information Info(Qs) à un bloc de traitement recevant une information a priori et adapté à générer une information de qualité sur les bits constituant les symboles Info(Qbs),
- c) transmettre l'Info(Qbs) à une étape de décodage pour obtenir une
30 information qualitative Info(Qbs) sur les bits codés et Info(Qbu) sur les bits utiles.

Le procédé selon l'invention permet notamment :

- d'accroître le débit des systèmes de transmission utilisant des standards existants pour les stations utilisateurs en ne modifiant que le point d'accès.
- 5 • de séparer simplement les différents flux binaires en échangeant de l'information entre le bloc de démodulation et le bloc de décodage.
- d'augmenter la capacité des systèmes de transmission en multipliant le nombre d'émetteurs sans utiliser de récepteurs multi-antennes et sans utiliser de techniques d'étalement de spectre, dans le cadre d'un
- 10 fonctionnement normal.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit d'un exemple détaillé, donné à titre illustratif et nullement limitatif, annexé des figures qui représentent :

- 15 • La figure 1 le schéma global du procédé selon l'invention, et
- La figure 2 le schéma générique détaillé des étapes du procédé selon l'invention.

La figure 1 schématise les différentes étapes du procédé selon l'invention utilisé dans un système de communication ou de transmission
20 comprenant plusieurs utilisateurs ou émetteurs N_T , et un récepteur constitué par exemple d'un monocapteur R. Les différents émetteurs transmettent les symboles simultanément dans la même bande de fréquence, par exemple. Les communications étant généralement perturbées par un canal de
25 propagation, un codage canal est classiquement utilisé. Le procédé se sert, par exemple, de ce codage pour effectuer la démodulation.

La figure 2 représente le schéma générique d'un exemple de récepteur monocapteur.

Il comporte un module 1 permettant de recevoir le mélange des
30 signaux émis par les N_T utilisateurs ou émetteurs, de séparer les différents utilisateurs et de fournir, une information qualitative, Info(Qs), des symboles

estimés pour chacun des utilisateurs N_T (par exemple une probabilité d'avoir reçu tel symbole). Le module 1 peut être un détecteur au sens du maximum a posteriori (MAP) qui fournit une probabilité des symboles émis pour les différents émetteurs N_T en reposant sur une information a priori.

- 5 L'information sur les symboles estimés $\text{Info}(Q_s)$ est ensuite transmise à un bloc de traitement qui va en déduire une information de qualité sur les bits constituant les symboles $\text{Info}(Q_{bs})$. Cette information $\text{Info}(Q_{bs})$ est ensuite transmise au bloc de décodage 4i (une procédure de désentrelacement peut être appliquée auparavant) qui, à son tour, va produire une information
- 10 qualitative $\text{Info}(Q_{bs})$ sur les bits codés et $\text{Info}(Q_{bu})$ sur les bits utiles.

L'information sur les bits codés $\text{Info}(Q_{bs})$ peut être réutilisée afin d'estimer à nouveau une information sur les symboles comme décrit précédemment. L'information sur les bits utiles est déduite de l'information sur les bits codés par exemple par la procédure de décodage.

- 15 Un traitement préalable des informations transmises aux différents blocs peut s'avérer nécessaire pour un bon fonctionnement du procédé. Par exemple dans l'exemple décrit ci après, l'information précédemment utilisée pour estimer une nouvelle information qualitative sur un bit est retranchée afin de n'apporter qu'une réelle nouvelle information au bloc la recevant.

- 20 Ces étapes sont répétées, soit un nombre fixé de fois, soit jusqu'à ce qu'un critère soit vérifié (par exemple les informations qualitatives n'évoluent plus).

Le fonctionnement du procédé est décrit ci-après en tant qu'exemple pour l'utilisateur N_1 .

- 25 L'information sur la probabilité de symboles émis $P(a^1_{Nu}|y_i)$, $\text{Info}(Q_s)$, est transmise à un dispositif 2₁ (ou de-mapping) ayant notamment pour fonction de fournir une information sur la probabilité des bits émis $L_D(c_k^1)$ par l'utilisateur N_1 $\text{Info}(Q_{bs})$. Cette information est par exemple envoyée dans un désentrelaceur 3₁, puis à un algorithme de type BCJR (bloc de codage 4i)
- 30 afin d'obtenir la probabilité des bits codés $L_C(c_k^1)$ (information qualitative sur les bits codés $\text{Info}(Q_{bs})$ et les bits utiles, $\text{Info}(Q_{bu})$. Cette dernière

information ($L_C(c_k^1)$) est soustraite à la première information $L_D(c_k^1)$ de probabilité sur les bits (information de qualité sur les bits constituant les symboles Info (Qs)) avant de passer dans le désentrelaceur. Elle est aussi envoyée vers un entrelaceur 5₁ puis vers un dispositif 6₁ ayant une fonction de mapping, avant d'être réinjectée dans le dispositif 1 qui utilise cette information Info(Qs) au niveau de l'étape d'obtention de la probabilité des symboles émis.

Les dispositifs de mapping, de de-mapping, les entrelaceurs et désentrelaceurs sont des dispositifs connus de l'Homme du métier qui ne sont pas détaillés dans la présente description.

Afin d'illustrer le procédé selon l'invention, l'exemple qui suit est donné dans le cas d'émetteurs OFDM (abréviation anglo-saxonne de orthogonal frequency division multiplexing) synchronisés en fréquence. Pour cette forme d'onde dite multi-porteuse ou parallèle, les différents symboles sont transmis simultanément sur des sous porteuses orthogonales.

Dans cet exemple de réalisation, les différents émetteurs utilisent un code convolutif comme dans la norme Hiperlan/2 ou IEEE802.11a.

Le récepteur effectue classiquement une transformée de Fourier discrète (TFD) sur un intervalle de temps déterminé pour estimer les symboles transmis.

Dans le cas de multiples émissions synchronisées en fréquences et suffisamment synchronisées en temps pour éviter de l'interférence inter symboles, le signal reçu par le récepteur après la Transformée de Fourier est donné par:

$$y = F I_{PC} H I_{PC} F a + b$$

(1)

avec

- y le signal reçu représenté par un vecteur $(N_{SP}) \times 1$ avec N_{SP} le nombre de sous porteuses,
- a est le vecteur de dimension $(N_T \times N_{SC}) \times 1$ contenant les symboles transmis par les N_T émetteurs. Les N_T premiers éléments sont les symboles transmis sur la première sous porteuse.
- $F_1 = \tilde{F}_1 \otimes I_{N_T}$ est la matrice effectuant la DFT à l'émission avec I_{N_T} la matrice identité de dimension N_T et l'opérateur \otimes le produit de Kronecker.
- $I_{PC} = \tilde{I}_{PC} \otimes I_{N_T}$ est la matrice de dimension $N_T (N_{CP} + N_{DFT}) \times N_T N_{DFT}$ qui effectue l'insertion du préfixe cyclique (propre à l'OFDM)
- H est la matrice des échantillons représentant le canal de propagation, de dimension $(N_T (N_{CP} + N_{DFT}) + N_H) \times N_T (N_{DFT} + N_{CP})$ avec N_H la longueur maximale des canaux de propagation.
- $I_{CP} = \tilde{I}_{CP} \otimes I_{N_T}$ est la matrice qui effectue la synchronisation et enlève le préfixe cyclique
- F_2 est la matrice qui effectue la TFD au niveau du récepteur
- b est le vecteur de dimension $N_{SP} \times 1$ contenant les échantillons du bruit considérés dans cet exemple comme blancs temporellement.

La matrice K définie ci après est bloc circulante et à ce titre elle peut s'écrire comme:

$$K = F_2^H G F_1 \quad (2)$$

avec G une matrice bloc diagonale et F_1 et F_2 des matrices de TFD .

Comme $\mathbf{I}_{PC} \mathbf{H} \mathbf{I}_{PC}$ est bloc circulante, le signal reçu peut être écrit comme:

$$\mathbf{y} = \mathbf{G}\mathbf{a} + \mathbf{b} \quad (3)$$

avec \mathbf{G} une matrice bloc diagonale avec des blocs de taille $1 \times N_T$.

5 Donc pour la sous porteuse i l'observation vectorielle \mathbf{y}_i peut s'écrire

comme:
$$\mathbf{y}_i = \mathbf{G}_i \mathbf{a}_i + \mathbf{b}_i \quad (4)$$

où \mathbf{G}_i contient les éléments de la réponse fréquentielle du canal.

10 Ici comme nous n'utilisons qu'un unique récepteur, \mathbf{G} est un vecteur de taille $1 \times N_T$.

Ainsi l'observation y_i est scalaire et s'écrit:

$$y_i = \sum_{t=1}^{N_T} h_i a_t + b_i \quad (5)$$

15 Dans ce cas, le détecteur au sens du MAP fournit les probabilités suivantes:
(information qualitative des symboles estimés – probabilité des symboles émis pour les différents émetteurs)

$$p(a_i^k = a | y_i, \mathbf{G}_i, \sigma^2) = \frac{\sum_{\mathbf{a}_i \in A_a^k} p(y_i | \mathbf{a}_i, \mathbf{G}_i, \sigma^2) p(\mathbf{a}_i)}{\sum_{\mathbf{a}_i \in A} p(y_i | \mathbf{a}_i, \mathbf{G}_i, \sigma^2) p(\mathbf{a}_i)} \quad (6)$$

où σ^2 est la variance du bruit et A_a^k est défini par:

$$A_a^k = \{\mathbf{a} | a^k = a\} \quad (7)$$

20 A_a^k contient les vecteurs de symboles \mathbf{a} qui ont le symbole a à la position k .

Ces probabilités sont ensuite utilisées pour calculer la probabilité des bits constituant les symboles:

$$L(c) = \log \frac{\sum_{a \in A^+} p(a|y_i, G_i, \sigma^2)}{\sum_{a \in A^-} p(a|y_i, G_i, \sigma^2)} \quad (8)$$

5

avec A^+ l'ensemble des symboles où le bit c vaut 1 et A^- l'ensemble des symboles où le bit c vaut 0.

Ces quantités sont ensuite utilisées pour calculer:

$$L_D(c) = L(c) - L_C(c) \quad (9)$$

10 qui est fourni au bloc décodage. Sur la figure, l'équation (9) est représentée par les indices $L_D(c_k^i) = L(c) - L_C(c_k^i)$.

Le terme $L_C(c)$ ($L_C(c_k^i)$ sur la fig.2) correspond à l'information, a priori, issue du décodage précédent. A la première itération, $L_C(c) = 0$. Ces valeurs $L_D(c)$ ($L_D(c_k^i)$ sur la fig.2) sont les entrées du décodeur souple qui, dans l'exemple, est un algorithme de type BCJR, décrit par exemple dans le document de L. Bahl, J. Cocke, F. Jelinek, and J. Raviv, intitulé « Optimal decoding of linear codes for minimizing symbol error rate, » IEEE Trans. Inform. Theory, pp. 284-287, Mar. 1974. Ce bloc n'est pas décrit plus en détail.

20 Ce décodeur fournit à la fois une probabilité des bits utiles (avant codage) et une probabilité des bits codés qui constituent les symboles.

Le procédé est utilisé par exemple pour des modulations BPSK (abréviation anglo-saxonne de Bit Phase Shift Keying) ou QPSK (abréviation anglo-saxonne de Quadrature Phase Shift Keying).

25

REVENDEICATIONS

- 5 1 – Procédé pour accroître la capacité de systèmes de transmission de signaux comprenant N_T utilisateurs, un récepteur monobloc recevant le mélange des signaux provenant des N_T utilisateurs caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :
- 10 a) déterminer une information qualitative Info (Qs) des symboles estimés pour chacun des N_T utilisateurs,
- b) transmettre cette information Info(Qs) à un bloc de traitement recevant une information a priori et adapté à générer une information de qualité, Info(Qbs), sur les bits constituant les symboles,
- c) transmettre l'Info(Qbs) à une étape de décodage pour obtenir une
15 information qualitative sur les bits codés et Info (Qbu) sur les bits utiles.
- 2 – Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'étape a) est réalisée à l'aide d'un détecteur MAP (Maximum a Posteriori).
- 20 3 – Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les étapes a) à c) sont réitérées jusqu'à ce que les informations qualitatives soient sensiblement constantes.
- 25 4 – Utilisation du procédé selon l'une des revendications précédentes pour des émetteurs utilisant une des modulations suivantes : BPSK, QPSK, OFDM.

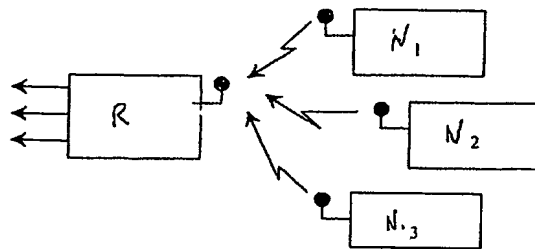


FIG.1

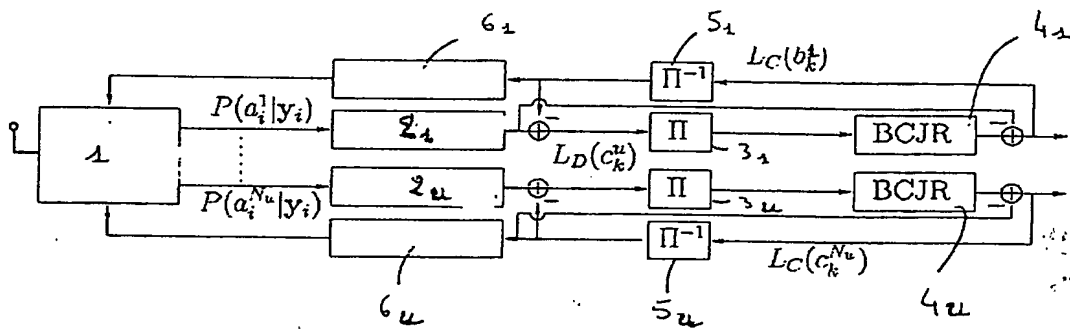


FIG.2

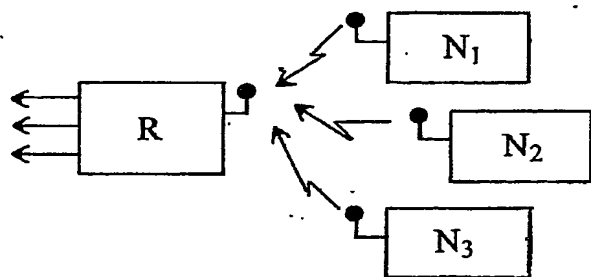


FIG.1

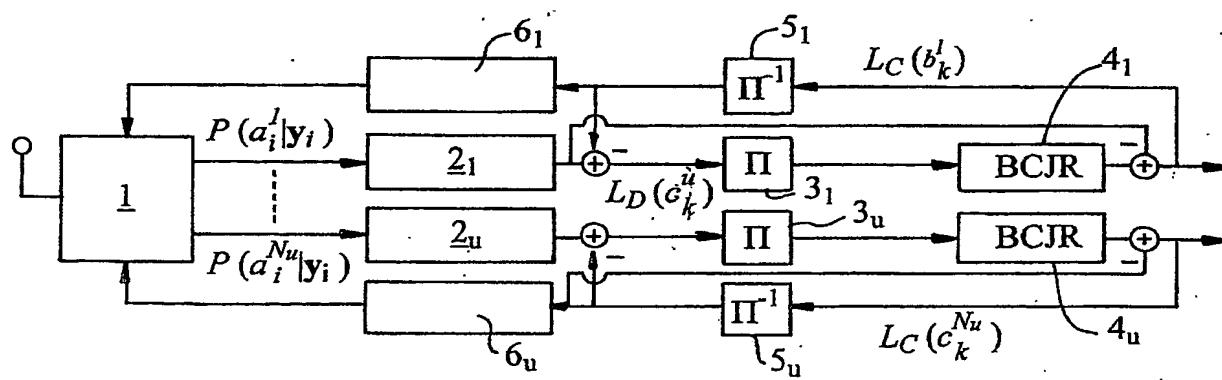


FIG.2



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

► N° Indigo 0 825 83 85 87
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire



DB 113 @ W / 210103

Vos références pour ce dossier (facultatif)		63251
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 14 014
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
PROCEDE ET DISPOSITIF PERMETTANT D'ACCROITRE LA CAPACITE DES SYSTEMES DE TRANSMISSION NON ETALES		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
THALES		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1 Nom		CHENU-TOURNIER
Prénoms		Marc
Adresse	Rue	THALES INTELLECTUAL PROPERTY 31-33, Avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411 ARCUEIL Cedex
Société d'appartenance (facultatif)		
2 Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
3 Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
Isabelle DUDOUIT 28 NOV. 2003		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053140

International filing date: 26 November 2004 (26.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 03 14014
Filing date: 28 November 2003 (28.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 19 January 2005 (19.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.